

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

2003-059821

(43)Date of publication of application : 28.02.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G02B 5/30  
G02B 13/14  
G02B 13/24  
G02B 27/28

(21)Application number : 2002-131456

(71)Applicant : CARL ZEISS SEMICONDUCTOR  
MANUFACTURING TECHNOLOGIES  
AG

(22)Date of filing : 07.05.2002

(72)Inventor : GERHARD MICHAEL

(30)Priority

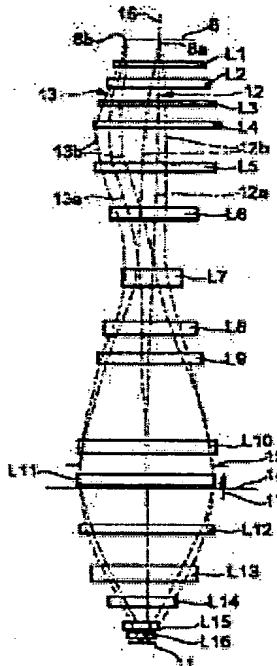
Priority number : 2001 10124566 Priority date : 15.05.2001 Priority country : DE

## (54) OPTICAL IMAGING SYSTEM HAVING POLARIZER AND QUARTZ PLATE USED THEREFOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To minimize reflection stray light by giving a film of relatively high antireflection properties on an optical device and generate emitted light beam, which can generate interference fringes of high contrast on the image plane or on a quartz plate which can be used for a system.

**SOLUTION:** The optical imaging system has some imaging optical constituent elements (L1 to L16), disposed along an optical axis (16) one by one and a means which is disposed in a predetermined place inside a region, extending to the last of an imaging optical constituent element and generates radially polarized light. The quartz plate can be used for such a system. A deflection rotating body (14), which makes the deflection plane of radially polarized light rotate and converts it into tangential polarized light, especially a quartz plate-shaped one is provided to a predetermined place inside a region starting from a place, where an imaging optical constituent element following a means which generates radially polarized light inside an optical line is provided.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-59821

(P2003-59821A)

(43) 公開日 平成15年2月28日 (2003.2.28)

(51) Int.Cl.  
H 01 L 21/027  
G 02 B 5/30  
13/14  
13/24  
27/28

識別記号

F I  
G 02 B 5/30  
13/14  
13/24  
27/28  
H 01 L 21/30

テマコード (参考)  
2 H 04 9  
2 H 08 7  
2 H 09 9  
Z 5 F 04 6  
5 1 5 D

審査請求 未請求 請求項の数 7 OL (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2002-131456 (P2002-131456)  
(22) 出願日 平成14年5月7日 (2002.5.7)  
(31) 優先権主張番号 10124566.1  
(32) 優先日 平成13年5月15日 (2001.5.15)  
(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 501481425  
カール・ツァイス・セミコンダクター・マニュファクチャリング・テクノロジーズ・アーベー  
ドイツ連邦共和国、73447 オベルコッヘン、カール・ツァイス・ストラッセ 22  
(72) 発明者 ミヒヤエル・ゲルハルト  
ドイツ連邦共和国、73432 アレン、ピュールストラッセ 4  
(74) 代理人 100074538  
弁理士 田辺 徹

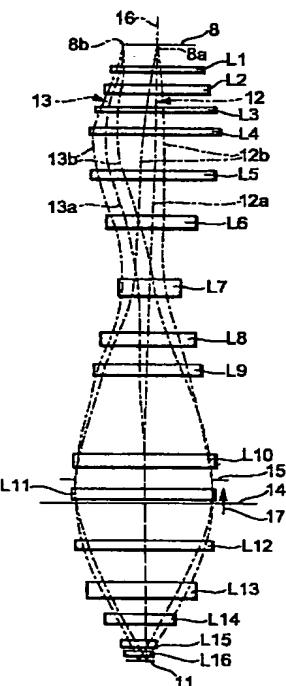
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 偏光器を備えた光学結像システムと、それに使用する水晶板

(57) 【要約】

【課題】 光学装置上に比較的反射防止性が高い被膜を与えることによって憂慮すべき反射迷光を最小限に抑えると共に、像平面上およびシステムに用いることができる水晶板上に高コントラストの干渉縞を生じることができる放出光ビームを発生させる。

【解決手段】 光学軸 (16) に沿って順次配置された幾つかの結像光学構成要素 (L1～L16) と、結像光学構成要素の最後まで延在する領域内の予め決定可能な場所に配置されて半径方向偏向光を生じる手段とを有する光学結像システムと、そのようなシステムに用いることができる水晶板である。半径方向偏向光の偏向平面を回転させて、それを接線方向偏向光に変換する偏向回転体 (14)、特に水晶板の形のものが、光学列内の半径方向偏向光を生じる手段に続く結像光学構成要素が配置されている場所から始まる領域内の予め決定可能な場所に設けられている。



### 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学結像システム、特にマイクロリトグラフ映写露光システムであって、光学軸（16）に沿って順次配置された幾つかの結像光学素子（4、6、7およびL1～L16）と、最後の結像光学素子（L16）の前方の予め決定可能な場所に配置された、進行する光を半径方向に偏向させる手段（5）とを含み、前記半径方向偏向光を接線方向偏向光に変換する偏向回転体（14）を、光学列において前記半径方向偏向光器（5）の次に続く結像光学素子（6）の後に続く予め決定可能な場所に配置した光学結像システム。

【請求項 2】 前記偏向回転体は、光学的に活性の物質から形成された板（14）を含む請求項1記載の光学結像システム。

【請求項 3】 前記板（14）は、前記光学軸（16）に平行に並んだ光学軸を有する水晶から形成されている請求項2記載の光学結像システム。

【請求項 4】 さらに、マイクロリトグラフ映写露光システムを形成しており、前記偏向回転体（14）は、前記マイクロリトグラフ映写露光システムの映写レンズの、結像ビーム路が前記光学軸（16）にほぼ平行である部分内に配置されている請求項1乃至3のいずれかに記載の光学結像システム。

【請求項 5】 さらに、マイクロリトグラフ映写露光システムを形成しており、前記偏向回転体（14）は、前記マイクロリトグラフ映写露光システムの映写レンズのひとみ平面（15）と像平面（10、11）との間に配置されている請求項1乃至3のいずれかに記載の光学結像システム。

【請求項 6】 特に請求項1乃至5のいずれかに記載の光学結像システムに用いられる水晶板であって、偏向回転体（14）として構成されており、結晶軸（17）がその平面にほぼ垂直である水晶板。

【請求項 7】 さらに、厚さが500μm以下、好ましくは200μm以下である請求項6記載の水晶板。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光学軸に沿って順次配置された幾つかの結像光学構成要素と、結像光学構成要素の最後のものまで延在する領域内に配置されて半径方向偏向光を生じる手段とを有する光学結像システムと、そのようなシステムに用いることができる水晶板とに関する。

#### 【0002】

【関連技術】 ドイツ特許公開公報第DE19535392A1号は、たとえば、光源としてI形水銀放電ランプを有するマイクロリトグラフ映写露光システムの形をした上記形式の光学結像システムを開示している。そのようなシステムがウェハの露光用に半径方向偏向光を

用いるのは、その光がフォトレジスト層内へ、特に大きい入射角で結合することを助ける一方、同時に、そのフォトレジストの内側および外側接合面での反射によって発生すると思われる定常波を最大限に抑えることができるようになるためである。複屈折物質を用いたさまざまな形式の半径方向偏向光器が、半径方向偏向光を生じると期待される手段として挙げられた。ウェハに投射される前に得られた半径方向偏向度が変化しないようにするために、選択された半径方向偏向光器は、光学列におけるシステムの最後の位相補正すなわち偏向光学素子の後に続く領域内に配置された。そのようなシステムの映写レンズとして反射屈折光学システムを用いた場合、関連の半径方向偏向光器は好ましくは、たとえば、その光学システムの最後の偏向ミラーの次に配置されなければならない。そうでなければ、たとえば、映写露光システムの直前の照明システム内に配置されるであろう。

【0003】 半径方向に偏向された光、すなわち、接合面に入射する平面に平行に線形偏向された光は一般的に、マイクロリトグラフ映写露光システムの結像光学装置などの結像光学装置に関する場合に好ましく、それは、半径方向偏向光が、それらの結像光学構成要素、特にそれらのレンズ上の非常に効果的な反射防止被膜を利用できるようにするからであり、このことは、特に、開口数が高く、短い波長、たとえば、紫外線範囲に入る波長のマイクロリトグラフ映写露光システムでは、そのようなスペクトル範囲で使用するのに適した被膜材料がほとんどないため、非常に重要である。他方、ウェハなどの上に物体を結像する時に可能な最良の干渉縞コントラストを生じることができるようにするために、好ましくは接線方向に偏向した光、すなわち、関連のレンズなどのそれぞれの接合面上に対する結像光ビームの入射平面に直角に線形偏向された光を照明として使用するべきである。これを可能にするために、先行のドイツ特許出願第10010131.3号は、ドイツ特許公開公報第DE19535392A1号の半径方向偏向光器の代わりに、セグメントに分かれた複屈折板から組み立てることができる光学列内において映写レンズのひとみ平面付近か、その直前の照明システム内に配置された接線方向偏向素子を用いることを提案している。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、光学装置上に比較的反射防止性が高い被膜を与えることによって憂慮すべき反射迷光を最小限に抑えると共に、像平面上およびシステムに用いることができる水晶板上に高コントラストの干渉縞を生じることができ放出光ビームを発生することができる、冒頭に述べた形式の光学結像システムを提供することを課題としている。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、請求項1に記載されている特徴を有する光学結像システムと、請求項

6に記載されている特徴を有する水晶板とを提供することによって、その課題を解決する。

#### 【0006】

【発明の実施の形態】本発明による光学結像システムは、システムの結像光学構成要素の少なくとも一部が作動するための半径方向偏向光を生じる手段と、その半径方向偏向光の偏向平面を回転させてそれを接線方向偏向光に変換することによって、結像平面上で接線方向に偏向される光を生じることができる、システムの結像光学構成要素の少なくとも1つ、好ましくは幾つか、あるいはすべての後に続けて配置される偏向回転体とを提供することを特徴とする。

【0007】本発明に従った方法の結果として、半径方向偏向光を生じる手段と偏向回転体との間に位置するシステムのすべての結像光学構成要素が、それらが非常に効果的な反射防止被膜を有する半径方向偏向光で作動することができる。特に、光源、すなわち、システムの第1結像光学構成要素の前方の位置とシステムの最後の結像光学構成要素との間であるが、偏向回転体の前方のビーム路の任意位置に配置された従来型の半径方向偏光器が、半径方向偏向光を生じる手段として機能するであろう。偏向回転体は同時に、関連の結像光学構成要素に好都合な半径方向偏向光を接線方向偏向光に変換し、これが像平面上に投射されて、その上に高コントラストの干渉縞を生じることができるであろう。偏向の変換は、偏向平面を回転させることによって行われ、それに伴った強度損失は低レベルに抑えられるであろう。

【0008】請求項2に従った本発明の別の実施形態によれば、光学的活性物質を有する板が、その偏向回転体として用いられる。光学的活性物質は、透過光の偏向平面を回転させることができており、それが回転する角度は、その物質の厚さに比例し、関連の比例定数は、関連の波長の減少に伴って増加するであろう。請求項3に従った本発明の別の実施形態によれば、水晶板が、その偏向回転体として働く。水晶板は複屈折特性を有するが、板の寸法および向きを適当に定めることによって、少なくとも紫外光、たとえば、約157nm以下の波長を有する光に関する場合でなければ、水晶の光学的活性によって所望の偏向回転がさほど変化しないような低いレベルにその特性を抑えることができるであろう。

【0009】請求項4および5に従った、光学結像システムがマイクロリトグラフ映写露光システムである本発明の好適な別の実施形態では、半径方向偏向光の偏向平面を回転させて、それを接線方向偏向光に変換する偏向回転体が、システムの映写レンズの、ビーム路が光学軸にはほぼ平行である部分、特にひとみ平面上、またはひとみ平面と照明すべきウェハなどを含む像平面との間に位置する部分内に配置される。最初の配置では、偏向回転体をひとみ平面上に配置することによって、偏向回転体上への光のほぼ垂直な入射が高い光学的活性を生じて、

複屈折効果などの軸外れ照明の効果が最小に抑えられるという利点が得られる。他方、偏向回転体を像平面にもっと接近させて配置することによって、ひとみ平面と偏向回転体との間に位置する結像光学素子も半径方向偏向光が貫通すると共に、小型の偏向回転体を用いれば十分であるという利点が得られる。

【0010】請求項6によって定義された本発明による水晶板の場合、板の結晶軸が、その表面に対する法線にほぼ平行な向きにある。その向きの水晶板は、本発明による光学結像システム上の偏向回転体として用いるのに特に適している。

【0011】本発明の変更実施形態では、水晶板の厚さが500μm以下、好ましくは約200μm以下である。そのように薄い板は、157nm以下の遠紫外線波長での作動時の本発明による光学結像システムに対して偏向回転機能を行うのに特に適している。

#### 【0012】

【実施例】本発明の好適な実施形態が添付の図面に示されており、以下に説明する。

【0013】図1は、映写レンズ内に偏向回転体が配置されている点を除いて、ドイツ特許公開公報第DE19535392A1号に引用されているものと同様な従来型マイクロリトグラフ映写露光システムを示す。ミラー(2)によって集束される所望波長の照射紫外線を放出する光源(1)、たとえば、I形水銀放電ランプからの光が、開口絞り(3)を照明し、それにレンズ(4)が続くが、これは特に、ズームレンズにすることができる、さまざまな調節を、特に所望の円形開口の選択を可能にする。水銀放電ランプの代わりに、約260nm以下の、たとえば157nmの波長で放出するレーザ光源を上記光源(1)として用いてもよく、その場合にはミラー(2)が不要になるであろう。

【0014】未偏向入射光を半径方向偏向光に変換する半径方向偏光器(5)が、レンズ(4)の次に配置されている。半径方向偏光器(5)は、たとえば、大した光損失を伴わないで変換を実施するドイツ特許公開公報第DE19535392A1号に記載された構造を有する円錐台形偏光器にすることができる。これによって生じたほぼ半径方向に偏向した光は、この半径方向偏光器(5)からハニカムコンデンサ(6)、および光学列においてそれに続くリレーおよび視野レンズ(7)へ進み、これらの後者の構成要素は集合的に、結像すべきパターンを付けた「焦点板」とも呼ばれるマスク(8)の光学照明を行うように働く。光学列においてこれらの構成要素に続く、縮小レンズとして構成された映写レンズ(9)が、映写レンズ(9)の物平面上に位置するパターンを、映写レンズ(9)の像平面上に位置するウェハ(11)上のフォトレジストフィルム(10)上に超高空間解像度で、好ましくは1μmより優れた空間解像度で結像する。このシステムの開口数は、好ましくは0.

5を超える必要があり、特に好ましくは0.7～0.9でなければならない。

【0015】図2は、多数のレンズ(L1～L16)を有する映写レンズ(9)の予想形状を概略的に示す。この形式の映写レンズに一般的に用いられるレンズ配置の多くが周知であるので、図2に示されたレンズ(L1～L16)は、従来型レンズ配置に一般的に用いられるレンズを表すものと解釈される必要があり、したがって、矩形で記号表示されているが、もちろん、それらの真の幾何学的形状を表すものではない。映写レンズ(9)の作動を明確にするために、それぞれマスクの中心点(8a)およびそのマスクの縁部付近の点(8b)に対応した結像ビーム(12、13)の主光線(12a、13a)および周辺光線(12b、13b)の経路が概略的に示されている。

【0016】図2に示された映写レンズの独特的の特徴は、偏向回転体(14)の配置であり、本例の場合ではそれが、一般的な開口絞りが配置される映写レンズのひとみ平面(15)の直後に位置している。偏向回転体(14)は、入射された半径方向偏向光の偏向平面を回転させて、それを接線方向偏向光に変換するように構成されている。このために、図2に概略的に示された結晶軸(17)が映写レンズの光学軸にほぼ平行な向きである薄い水晶板を用いることができ、水晶板(14)の結晶軸(17)はその板の平面にほぼ直交する、すなわち、その平面に対する法線にほぼ平行な向きである。

【0017】水晶は光学的に活性であることが周知であり、通常の複屈折の場合と異なって、光学的活性により、最初の向きに関係なく、入射光の偏向平面を回転させる。光学的活性物質の別の利点は、二重像を生じないことである。ある物質の回転角は、その厚さに比例し、関連の比例定数は温度に伴って変化し、関連の波長によってほぼ決定される。ここで関係する用途の場合、その比例定数が波長の減少に伴って大きく増加し、紫外線範囲、たとえば、150nm～260nmの波長範囲に入る波長では、可視光より数倍に増加することが特に好都合であり、それが、マイクロリトグラフ映写照明システムに紫外線を用いる場合に所望回転を発生するために、わずかに約500μm、好ましくは200μm以下の厚さの極薄水晶板(14)を用いれば十分である理由である。短い波長では複屈折効果が同時に大幅に増加することはないであろうから、紫外線範囲内にある短い波長では、憂慮すべき複屈折効果に対する望ましい光学的活性作用の比が対応して改善されるであろう。

【0018】ひとみ平面(15)付近か、光線が光学軸(16)に平行に、またはそれに対してわずかな傾斜角度で伝搬するビーム路上のいずれかの他の場所に偏向回転体(14)を配置することには、それに投射される光線がその表面にほぼ垂直になるという利点があり、その場合、水晶の本例の場合には望ましくない複屈折効果に

対する望ましい光学的活性作用の比が特に大きいであろう。図2に示された偏向回転体(14)の特定位置の場合、映写レンズの16個のレンズ(L1～L16)のうちの11個と、半径方向偏光器(5)から始まる照明システムの全光学列とが、光がほぼ半径方向に偏向されるビーム路部分内に位置し、これによって関連のレンズ上に非常に効果的な反射防止被膜を与えることができる一方、偏向回転体(14)は、ウェハ(11)に投射された光が所望のほぼ接線方向の偏向を有するようになるであろう。

【0019】あるいは、この偏向回転体(14)は、システムの光学軸(16)に沿ったいずれの任意の場所に配置してもよいが、好ましくは、像平面すなわちウェハ(11)にできる限り接近させて配置することによって、半径方向偏向光ができる限り多くの結像光学構成要素を貫通するようにしなければならない。偏向回転体(14)をひとみ平面(15)付近からウェハ(11)にもっと接近した位置へ移動させることによって、偏向回転体(14)について小さい直径を選択することができる一方、偏向回転体(14)の図示位置とウェハ(11)との間に位置するレンズ(L12～L16)の少なくとも一部にも半径方向偏向光が照射されるであろう。しかし、その場合には、偏向回転体(14)に投射されるビームの発散、すなわち、光学軸(16)に対する最大傾斜角が増加するであろう。

【0020】複屈折効果に対する光学的活性強さの比は、入射角の増加に伴って減少し、これは、水晶素材の複屈折による効果をわずかに悪化させるであろう。しかし、許容できる最大入射角に関する決定は、関係する特定用途に基づいて行われるであろう。完全に半径方向に偏向された光の理想状態では、高いビーム発散、すなわち、それに対する入射角が大きい場合でも複屈折効果が発生しないので、これらの決定はまた、光が偏向回転体(14)に到達する前にその結晶の光学軸に対して光が半径方向に偏向された程度によって決まる。しかし、照明システムによって供給される光が完全には半径方向に偏向されず、レンズ内の応力誘起複屈折のために完全な半径方向偏向からのわずかな逸脱が発生するため、実際には一般的にこの理想状態を達成できないであろう。しかしながら、特に短い紫外線波長では、得られる非常に高い光学的活性度のため、非常に高いビーム発散を許容することができ、偏向回転体(14)を最後のレンズ(L16)とウェハ(11)との間に配置することさえ可能である。偏向回転体(14)をこのように配置することによって、光学結像システムのすべての結像光学構成要素が半径方向偏向光で作動することができるという特に好都合な利点が得られ、偏向回転体(14)を映写レンズ内に組み込む必要がなくなる、すなわち、その外に配置してもよい。

【0021】好適な実施形態の以上の説明から、本発明

に従った光学結像システムでは、結像光学構成要素の大部分、好ましくはその少なくとも2/3に、これらの結像光学構成要素が非常に効果的な反射防止被膜を有する半径方向偏向光を照射することによって、迷光の憂慮すべき効果をほとんどなくした高品質結像が達成できることが明らかである。光学結像システムはまた、たとえば、結像平面に位置するウェハ上のフォトレジストを露光するためのマイクロリトグラフ映写照明システムとして使用する時に好都合であるような、高コントラストの干渉縞を発生できるようにするほぼ接線方向に偏向されたビームを与えることもできる。

【図面の簡単な説明】

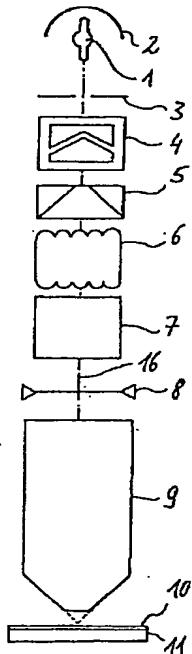
【図1】照明システム内に配置されて半径方向偏向光を生じる手段と、映写レンズ内に配置された、偏向平面を回転させて接線方向偏向光に変換する偏向回転体とを有するマイクロリトグラフ映写露光システムの概略図である。

【図2】図1に示された映写レンズの詳細図である。

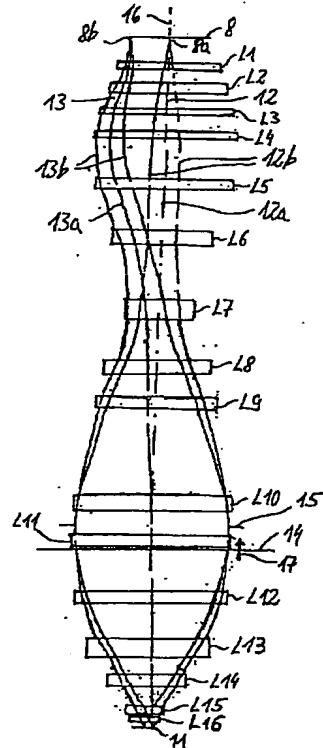
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 ミラー
- 3 開口絞り
- 4 レンズ
- 5 半径方向偏光器
- 6 ハニカムコンデンサ
- 7 視野レンズ
- 8 マスク
- 9 映写レンズ
- 10 フォトレジストフィルム
- 11 ウエハ
- 12、13 結像ビーム
- 14 偏向回転体
- 15 ひとみ平面
- 16 光学軸
- 17 結晶軸
- L1～L16 レンズ

【図1】



【図2】



【手続補正書】

【提出日】平成14年5月9日(2002.5.9)

【手続補正1】

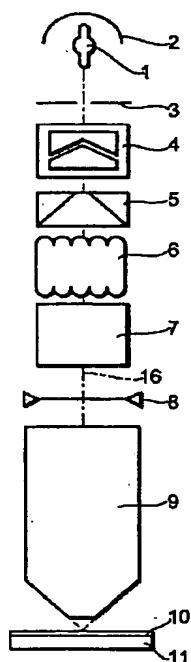
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

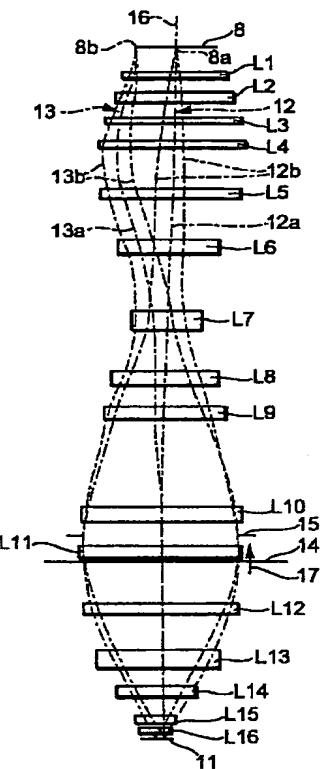
【補正方法】変更

【補正内容】

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H049 BA01 BA08 BA42 BB03 BC21  
2H087 KA21 LA01 NA04 NA18 RA43  
2H099 AA17 BA09 CA05  
5F046 BA03 CB10 CB12 CB19 CB25